(19)日本国特許庁(JP)　(12)**公 開 特 許 公 報(A)**　(11)特許出願公開番号
特開2017-28810
(P2017-28810A)
(43)公開日 **平成29年2月2日(2017.2.2)**

(51)Int.Cl.			ＦＩ			テーマコード（参考）
H02P 29/00		***(2016.01)***	H02P	5/00	H	3C707
B25J 19/06		***(2006.01)***	B25J	19/06		5H501
			H02P	5/00	U	

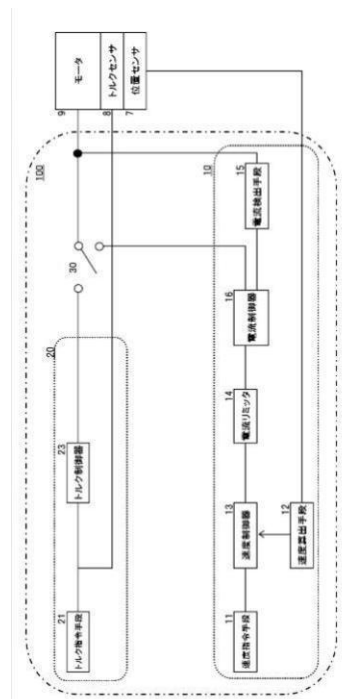
審査請求 未請求　請求項の数 10　ＯＬ　（全 7 頁）

(21)出願番号　特願2015-143522(P2015-143522)
(22)出願日　平成27年7月18日(2015.7.18)

(71)出願人　000203634
多摩川精機株式会社
長野県飯田市大休１８７９番地
(74)代理人　100119264
弁理士　富沢　知成
(72)発明者　猪股　広一
長野県飯田市大休１８７９番地　多摩川精機株式会社内

Ｆターム(参考)　3C707 HS27 LV15 LV23 MS14 MS24 MS27
5H501 AA22 BB08 EE08 FF04 FF05 GG03 GG08 LL01 LL22 LL32 LL35 LL54 MM01 MM11

(54)【発明の名称】モータ安全停止構造、モータ制御システム、モータ制御方法およびヒューマノイドロボット

(57)【要約】　　（修正有）
【課題】ヒューマノイドロボット等のロボット制御において、断線等トルクセンサの異常が発生した場合であっても、急停止しないことによって安全が十分に確保され、機器に対しての過大な付加も生じず、かつ周囲の者に対して恐怖感を抱かせず安心感を与えることの可能な、モータ安全停止構造を提供すること。
【解決手段】モータ安全停止構造１００はモータ９のトルク制御異常時における安全停止構造であって、モータ９のトルク制御を行うトルク制御系２０と、トルク制御系２０と並列に設けられる速度制御系１０と、両制御系２０、１０を切り替える切替手段３０とからなり、切替手段３０は、トルク制御異常時にトルク制御系２０から速度制御系１０にモータ制御を切り替えるように形成されている構成とする。
【選択図】図１

【特許請求の範囲】
【請求項１】
モータのトルク制御異常時における安全停止構造であって、モータのトルク制御を行うトルク制御系と、該トルク制御系と並列に設けられる速度制御系と、両制御系を切り替える切替手段とからなり、該切替手段は、トルク制御異常時に該トルク制御系から該速度制御系にモータ制御を切り替えるように形成されていることを特徴とする、モータ安全停止構造。
【請求項２】
前記速度制御系は、速度指令値を発する速度指令手段と、制御対象であるモータに設置された位置センサからの位置情報に基づき実速度を算出する速度算出手段と、該速度指令値および該実速度に基づき該速度指令値に追従するような電流指令値を計算する速度制御器と、該電流指令値に対して出力電流がモータ最大値を超えないようにする電流リミッタと、電流検出手段と、該電流指令値および該電流検出手段により検出された電流値に基づき該電流指令値に対して追従するようなモータ印加電圧を計算する電流制御器とから構成されていることを特徴とする、請求項１に記載のモータ安全停止構造。
【請求項３】
前記トルク制御異常はトルクセンサの断線であることを特徴とする、請求項１または２に記載のモータ安全停止構造。
【請求項４】
前記モータはロボット用であることを特徴とする、請求項１ないし３のいずれかに記載のモータ安全停止構造。
【請求項５】
前記ロボットはヒューマノイドロボットであることを特徴とする、請求項４に記載のモータ安全停止構造。
【請求項６】
トルク制御を行うトルク制御系と、該トルク制御系と並列に設けられる速度制御系と、両制御系を切り替える切替手段とからなるモータ制御システムであって、通常時には該トルク制御系による制御がなされていると同時に該速度制御系では制御計算がなされ、トルク制御異常時には該トルク制御系から該速度制御系に切り替えられて制御計算に基づくモータ制御がなされることを特徴とする、モータ制御システム。
【請求項７】
前記速度制御系は、速度指令手段と、実速度を算出する速度算出手段と、該速度指令値および該実速度に基づき該速度指令値に追従するような電流指令値を計算する速度制御器と、電流リミッタと、電流検出手段と、該電流指令値および該電流検出手段により検出された電流値に基づき該電流指令値に対して追従するようなモータ印加電圧を計算する電流制御器とから構成されていることを特徴とする、請求項６に記載のモータ制御システム。
【請求項８】
請求項６または７に記載のモータ制御システムを用いたモータ制御方法であって、通常時には前記トルク制御系による制御がなされていると同時に前記速度制御系では制御計算がなされ、トルク制御異常時には該トルク制御系から該速度制御系に切り替えられて制御計算に基づくモータ制御がなされ、これによりトルク制御異常時における安全なモータ停止が可能であることを特徴とする、モータ制御方法。
【請求項９】
請求項６または７に記載のモータ制御システムを備えていることを特徴とする、ロボット。
【請求項１０】
請求項６または７に記載のモータ制御システムを備えていることを特徴とする、ヒューマノイドロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】
【０００１】
本発明はモータ安全停止構造、モータ制御システム、モータ制御方法およびヒューマノイドロボットに係り、特に、ヒューマノイドロボット等で使用されているトルクセンサが断線した際に、モータを安全に停止するためのモータ安全停止構造等に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
ヒューマノイドロボットの制御において、トルクセンサのアラーム停止が発生した際には、通常、位置制御によって急停止を行い、その場で停止する。ヒューマノイドロボットの制御については従来、技術的な提案もなされている。たとえば後掲特許文献１には、超多自由度のヒューマノイドロボットの診断、予知、健全管理に有効な手法として、次のような技術が開示されている。
【０００３】
すなわち、多重高速通信ネットワークに渡って関節およびその他の統合システム構成要素を制御する分散コントローラ、および、各制御レベルでロボット内に組み込まれてネットワークに渡って各制御レベルに対し診断・予知・健全管理データ（ＤＰＨＭデータ）を計測・制御・記録するＤＰＨＭモジュールを備えたシステムである。これにより、分散コントローラの多重制御レベル内に、複数のＤＰＨＭモジュールを組み込み、ＤＰＨＭモジュールを使用して、制御レベルの各々内のＤＰＨＭデータを計測し、高速通信ネットワークの少なくとも１つに渡ってアクセス可能な位置にＤＰＨＭデータを記録することで、ロボットを制御するとしている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０１１－６７９４２号公報「ヒューマノイドロボットのための診断、予知、及び健全管理システム並びに方法」
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
さて上述のとおり、ヒューマノイドロボットの制御中にトルクセンサのアラーム停止が発生した場合は、位置制御によるその場での急停止がなされるため、機器に対して過大な負荷が掛かる。また、急停止という急激な動作は周囲の者に対して急迫の危険を感じさせ、恐怖感を抱かせる可能性がある。実際、急停止の制御がなされながら、もし何らかの原因で停止すべき部位等に制動がかからなかった場合には、大変に危険な事態となる。
【０００６】
したがって、ヒューマノイドロボット制御においてトルクセンサの異常が発生した場合であっても、安全が十分に確保され、機器に対しての過大な付加も生じず、かつ、急停止しないことによって周囲の者に恐怖感を抱かせず安心感を与えることの可能な技術が求められている。かかる課題はヒューマノイドロボットに限定されず、広くロボット全般において共通するものである。
【０００７】
そこで本発明が解決しようとする課題は、かかる従来技術の問題点をなくし、ヒューマノイドロボット等のロボット制御において、断線等トルクセンサの異常が発生した場合であっても、急停止しないことによって安全が十分に確保され、機器に対しての過大な付加も生じず、かつ、急停止しないことによって周囲の者に対して恐怖感を抱かせず安心感を与えることの可能な、モータ安全停止構造、モータ制御システム等を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００８】

本願発明者は上記課題について検討した結果、トルク制御系とは別に並列処理を行っている速度制御系を、普段は使用せずに演算だけを行っておき、トルクセンサが断線した際には瞬時に速度制御系に切り替え、設定した時間で現在速度から０速度へ速度制御を継続し、安全に停止させるようにすることによって解決できることを見出し、これに基づいて本発明を完成するに至った。すなわち、上記課題を解決するための手段として本願で特許請求される発明、もしくは少なくとも開示される発明は、以下の通りである。

【０００９】

〔１〕　モータのトルク制御異常時における安全停止構造であって、モータのトルク制御を行うトルク制御系と、該トルク制御系と並列に設けられる速度制御系と、両制御系を切り替える切替手段とからなり、該切替手段は、トルク制御異常時に該トルク制御系から該速度制御系にモータ制御を切り替えるように形成されていることを特徴とする、モータ安全停止構造。

〔２〕　前記速度制御系は、速度指令値を発する速度指令手段と、制御対象であるモータに設置された位置センサからの位置情報に基づき実速度を算出する速度算出手段と、該速度指令値および該実速度に基づき該速度指令値に追従するような電流指令値を計算する速度制御器と、該電流指令値に対して出力電流がモータ最大値を超えないようにする電流リミッタと、電流検出手段と、該電流指令値および該電流検出手段により検出された電流値に基づき該電流指令値に対して追従するようなモータ印加電圧を計算する電流制御器とから構成されていることを特徴とする、〔１〕に記載のモータ安全停止構造。

〔３〕　前記トルク制御異常はトルクセンサの断線であることを特徴とする、〔１〕または〔２〕に記載のモータ安全停止構造。

【００１０】

〔４〕　前記モータはロボット用であることを特徴とする、〔１〕ないし〔３〕のいずれかに記載のモータ安全停止構造。

〔５〕　前記ロボットはヒューマノイドロボットであることを特徴とする、〔４〕に記載のモータ安全停止構造。

〔６〕　トルク制御を行うトルク制御系と、該トルク制御系と並列に設けられる速度制御系と、両制御系を切り替える切替手段とからなるモータ制御システムであって、通常時には該トルク制御系による制御がなされていると同時に該速度制御系では制御計算がなされ、トルク制御異常時には該トルク制御系から該速度制御系に切り替えられて制御計算に基づくモータ制御がなされることを特徴とする、モータ制御システム。

【００１１】

〔７〕　前記速度制御系は、速度指令手段と、実速度を算出する速度算出手段と、該速度指令値および該実速度に基づき該速度指令値に追従するような電流指令値を計算する速度制御器と、電流リミッタと、電流検出手段と、該電流指令値および該電流検出手段により検出された電流値に基づき該電流指令値に対して追従するようなモータ印加電圧を計算する電流制御器とから構成されていることを特徴とする、〔６〕に記載のモータ制御システム。

〔８〕　〔６〕または〔７〕に記載のモータ制御システムを用いたモータ制御方法であって、通常時には前記トルク制御系による制御がなされていると同時に前記速度制御系では制御計算がなされ、トルク制御異常時には該トルク制御系から該速度制御系に切り替えられて制御計算に基づくモータ制御がなされ、これによりトルク制御異常時における安全なモータ停止が可能であることを特徴とする、モータ制御方法。

〔９〕　〔６〕または〔７〕に記載のモータ制御システムを備えていることを特徴とする、ロボット。

〔１０〕　〔６〕または〔７〕に記載のモータ制御システムを備えていることを特徴とする、ヒューマノイドロボット。

【発明の効果】

【００１２】

本発明のモータ安全停止構造、モータ制御システム、モータ制御方法およびヒューマノイ

イドロボットは上述のように構成されるため、これらによれば、ヒューマノイドロボット等のロボット制御において、断線等トルクセンサの異常が発生した場合であっても、急停止しないことによって安全が十分に確保され、機器に対しての過大な付加も生じず、かつ周囲の者に対して恐怖感を抱かせず安心感を与えることができる。

【００１３】

本発明では、断線等によりトルクセンサのみに異常が発生したケースを想定しているため、モータの位置センサは通常どおり動作している。したがって、トルク制御系とは別系統であるところの速度制御がなされ、アラーム発報中であっても緩やかな自然な減速停止が行われ、ある程度慣性が残った状態で停止させられるため、安全にゆっくりと制御をかけて自然な停止を実現することができ、周囲の者に怖れを抱かせることがない。

【００１４】

なお、上記文献で開示されている技術は、高速ネットワークを通じてヒューマノイドロボットの各モジュールのエラーを視覚的に表示するというものである。したがって、モジュールにて何らかのエラーが発生した時に、モジュールのみで独立して安全に停止するための本発明とは、根本的に相違する。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】本発明のモータ安全停止構造の基本構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【００１６】

以下、図面により本発明を詳細に説明する。

図１は、本発明のモータ安全停止構造の基本構成を示すブロック図である。図示するように、本モータ安全停止構造１００はモータ９のトルク制御異常時における安全停止構造であって、モータ９のトルク制御を行うトルク制御系２０と、トルク制御系２０と並列に設けられる速度制御系１０と、両制御系２０、１０を切り替える切替手段３０とからなり、切替手段３０は、トルク制御異常時にトルク制御系２０から速度制御系１０にモータ制御を切り替えるように形成されていることを、主たる構成とする。

【００１７】

かかる構成により本モータ安全停止構造１００では、トルク制御系２０によるモータ９の制御と速度制御系１０における制御演算とが並列的に、つまり同時進行で行われ、通常時には切替手段３０はトルク制御系２０に接続されており、したがってトルクセンサ８からの情報に基づきトルク制御器２３によるモータ制御がなされるが、トルクセンサ８に断線等の異常が発生した時には、切替手段３０はトルク制御系２０から速度制御系１０に切り替えられ、モータ９は速度制御・電流制御により制御される。

【００１８】

上述のとおり本発明では、断線等によりトルクセンサ８のみに異常が発生したケースを想定しているため、モータ９の位置センサ７は通常どおり動作している。したがって、トルク制御系２０とは別系統であるところの速度制御系１０によって速度制御がなされ、アラーム発報中であっても、モータ９の緩やかな自然な減速停止が行われ、ある程度慣性が残った状態で停止させられる。つまり、安全にゆっくりと制御をかけて自然にモータ９を停止させることができ、周囲の者に怖れを抱かせることがない。

【００１９】

図示するように本モータ安全停止構造１００の速度制御系１０は、速度指令値を発する速度指令手段１１と、制御対象であるモータ９に設置された位置センサ７からの位置情報に基づき実速度を算出する速度算出手段１２と、速度指令値および実速度に基づき速度指令値に追従するような電流指令値を計算する速度制御器１３と、電流指令値に対して出力電流がモータ最大値を超えないようにする電流リミッタ１４と、電流検出手段１５と、電流指令値および電流検出手段１５により検出された電流値に基づき電流指令値に対して追従するようなモータ印加電圧を計算する電流制御器１６とから構成することができる。

【００２０】

速度制御器１３は、速度指令手段１１から発せられた速度指令値に対して追従するような電流指令値を計算する制御器である。また、電流リミッタ１４は、算出された電流指令値に対して出力電流がモータ最大値を超えないようにするリミッタであり、モータ破損を防止する。また、電流制御器１６は、電流指令値に対して追従するようなモータ印加電圧を計算する制御器である。

【００２１】

したがって本発明モータ安全停止構造１００の速度制御系１０では、速度指令手段１１により速度指令値が発せられ、一方、速度算出手段１２により位置センサ７からの位置情報に基づき実速度が算出され、速度制御器１３において速度指令値および実速度に基づき速度指令値に追従するような電流指令値が計算され、電流リミッタ１４により電流指令値に対して出力電流がモータ最大値を超えないようリミッタがかけられ、電流検出手段１５により検出された電流値と、電流リミッタ１４を経た電流指令値とに基づいて、電流制御器１６において電流指令値に対して追従するようなモータ印加電圧が計算され、これによりモータ９が制御される。

【００２２】

なお速度指令手段１１は、モータ９の速度を、トルクセンサ８異常発生時の速度から開始して徐々に減少させ、最終的に0とするように速度指令値を発するように構成することができる。かかる構成により、モータ９の緩やかな自然な減速停止が行われるため、十分安全に、自然にモータ９を停止させることができ、周囲の者に怖れを抱かせることがない。

【００２３】

また同時に、電流リミッタ１４においてはリミッタ値を徐々に減少させ、トルクを抜くような動作になるようにすることもできる。かかる構成により、トルクリミッタ漸減による自然な脱力が生じ、ある程度慣性が残った状態で停止させることができるため、十分安全に、自然にモータ９を停止させることができ、周囲の者に怖れを抱かせることがない。

【００２４】

本発明のモータ安全停止構造１００は、トルクセンサ異常発生時おいても急停止せず安全に停止させる需要の存在するモータ、モータ用途に限定なく適用することができる。たとえば、ヒューマノイドロボットその他のロボット用のモータにおいて、本発明モータ安全停止構造１００は利用性が高い。

【００２５】

なお本発明モータ安全停止構造１００は、トルク制御系２０、速度制御系１０、および切替手段３０とからなるモータ制御システムと捉えることもできる。すなわち、通常時にはトルク制御系２０による制御がなされていると同時に速度制御系１０では制御計算がなされ、トルク制御異常時にはトルク制御系２０から速度制御系１０に切り替えられて制御計算に基づくモータ制御がなされるモータ制御システムである。また、速度制御系１０は上述の構成とすることができる。

【００２６】

また、当該モータ制御システム１００を用いて、通常時にはトルク制御系２０による制御がなされていると同時に速度制御系では制御計算がなされ、トルク制御異常時にはトルク制御系から該速度制御系に切り替えられて制御計算に基づくモータ制御がなされ、これによりトルク制御異常時における安全なモータ停止を行うモータ制御方法も、本発明の範囲内である。さらに、当該モータ制御システム１００を備えるヒューマノイドロボット、その他のロボット自体もまた、本発明の範囲内である。

【産業上の利用可能性】

【００２７】

本発明のモータ安全停止構造、モータ制御システム等によれば、ヒューマノイドロボット等のロボット制御において、断線等トルクセンサの異常が発生した場合であっても、急停止しないことによって安全が十分に確保され、機器に対しての過大な付加も生じず、かつ周囲の者に対して恐怖感を抱かせず安心感を与えることができる。したがって、ロボッ

ト、モータ分野、および関連する全分野において、産業上利用性が高い発明である。

【符号の説明】

【００２８】

７…位置センサ
８…トルクセンサ
９…モータ
１０…速度制御系
１１…速度指令手段
１２…速度算出手段
１３…速度制御器
１４…電流リミッタ
１５…電流検出手段
１６…電流制御器
２０…トルク制御系
２１…トルク指令手段
２３…トルク制御器
３０…切替手段
１００…モータ安全停止構造（モータ制御システム）

【図１】